

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-090191

(43)Date of publication of application : 31.03.2000

(51)Int.Cl.

G06K 9/00
G06T 7/00

(21)Application number : 10-261311

(71)Applicant : NTT DATA CORP

(22)Date of filing : 16.09.1998

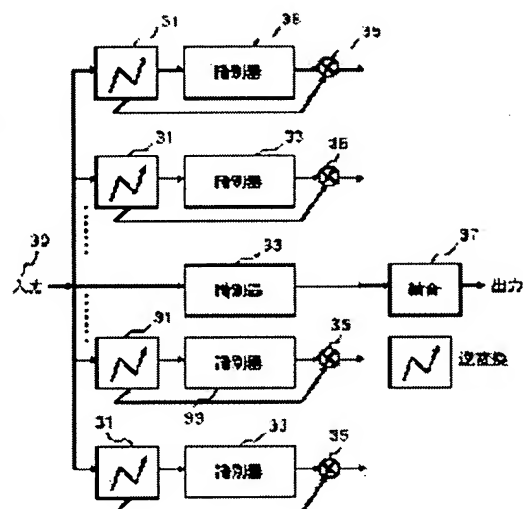
(72)Inventor : NAKAYAMA NAOKI
HARUYAMA SATOSHI
SAKANO EI

(54) DEVICE AND METHOD FOR FACE RECOGNITION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely identify a person from an image obtained by photographing the face.

SOLUTION: Deformation is removed from the face image by applying a perturbation method. Namely, combinations of parameters based upon affine transformation of deformation factors of the face images such as the position shift, tilt, up/down direction, and right/left direction of the face are prepared as many as all assumed variations of deformation. For the inputted face image, reverse transformation 31 of deformation using many combinations of parameters is performed at the same time in parallel. Then each discriminator 33 compares a normalized face pattern obtained by the reverse transformation 31 with the various prepared face patterns to calculate similarities. Lastly, the discrimination results of respective discriminators 33 are put together and the person having the largest similarity is selected (37).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-90191

(P 2000-90191A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(51) Int. Cl.⁷
G 0 6 K 9/00
G 0 6 T 7/00

識別記号

F I
G 0 6 K 9/00
G 0 6 F 15/62 4 6 5 K 5B043
5B064

テ-マコ-ト (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 1 3 O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-261311

(22) 出願日 平成10年9月16日 (1998. 9. 16)

(71) 出願人 000102728

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ
東京都江東区豊洲三丁目3番3号

(72) 発明者 中山 直樹

東京都江東区豊洲三丁目3番3号 株式会社
エヌ・ティ・ティ・データ内

(72) 発明者 春山 智

東京都江東区豊洲三丁目3番3号 株式会社
エヌ・ティ・ティ・データ内

(74) 代理人 100095371

弁理士 上村 輝之

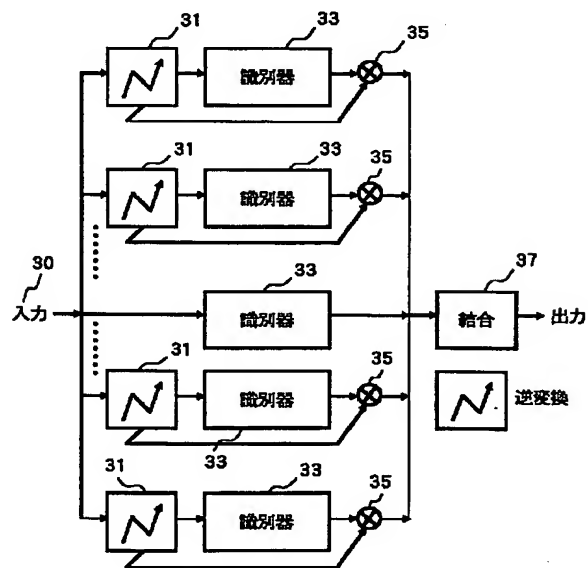
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顔認識装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 顔を撮影した画像からその顔の人物を精度良く識別する。

【解決手段】 顔画像に摂動法を応用して変形を除去する。即ち、顔の位置ずれ、傾き、上下の向き、左右の向きという顔画像の変形要因のアフィン変換に基づくパラメータの組み合わせを、想定される全ての変形のバリエーション分だけ予め用意する。そして、入力された顔画像に対して、その多数のパラメータの組み合わせをそれぞれ用いた変形の逆変換 3 1 を同時並行的に行なう。次に、各識別器 3 3 にて、各逆変換 3 1 で得た正規化された顔パターンを予め用意した種々の人物の顔パターンと比較して、類似度を計算する。最後に、それらの識別器 3 3 の識別結果を集め、その中で最も高い類似度を得た人物を選択する (3 7)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ同じ顔画像を入力し、この顔画像に対しそれぞれ異なる変形を除去するための逆変換を施して正規化された顔パターンを出力する、互いに独立して動作可能な複数の逆変換部と、

前記複数の逆変換部の各々から出力された正規化された各顔パターンを入力し、各顔パターンを予め用意された複数の人物の参照パターンと比較して類似度を計算する識別部と、

前記複数の逆変換部からの顔パターンについての前記識別部による識別結果を集め、それらの識別結果に基づいて前記顔画像に対応する人物を特定する結合部とを備え、

前記各逆変換部が除去しようとする変形は、複数種類の变形要素の組み合わせからなり、前記複数種類の变形要素には、画面に平行な軸回りの顔の回転による変形要素が含まれている顔認識装置。

【請求項 2】 複数種類の变形要素には、さらに、顔の位置ずれ、傾きの違い、及びカメラに映り込む大きさの違いによる変形要素が含まれている請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 3】 前記画面に平行な軸回りの顔の回転による変形要素には、画面に平行な鉛直軸回りの変形要素と、画面に平行な水平軸回りの変形要素が含まれている請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 4】 前記各逆変換部は、前記複数の变形要素の組み合わせに対応したアフィン変換のパラメータのセットであってそれぞれ異なるパラメータセットを有し、このパラメータセットを用いて前記顔画像から変形した顔パターンを切り出して逆変換を行う請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 5】 前記複数の逆変換部は、同時並行的に動作する請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 6】 前記複数の逆変換部にそれぞれ対応した複数の前記識別部を備え、それらの識別部は同時並行的に動作する請求項 5 記載の顔認識装置。

【請求項 7】 前記結合部は、前記集めた識別結果に基づいて、最も高い類似度を得た人物を特定する請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 8】 前記結合部は、前記集めた識別結果に基づいて、多数決の方法で人物を特定する請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 9】 前記識別部が、各逆変換部が除去しようとする変形について予め用意した発生頻度に基づく重み係数を用いて、各逆変換部からの正規化された顔パターンに関して計算した類似度を修正する請求項 1 記載の顔認識装置。

【請求項 10】 それぞれ同じ顔画像を入力し、この顔画像に対しそれぞれ異なる変形を除去するための逆変換を施して正規化された顔パターンを出力する、互いに独

立して行われる複数の逆変換ステップと、

前記複数の逆変換ステップの各々から出力された正規化された各顔パターンを入力し、各顔パターンを予め用意された複数の人物の参照パターンと比較して類似度を計算する識別ステップと、

前記複数の逆変換ステップからの顔パターンについての前記識別ステップによる識別結果を集め、それらの識別結果に基づいて前記顔画像に対応する人物を特定する結合ステップとを有し、

10 前記各逆変換ステップで除去しようとする変形は、複数種類の变形要素の組み合わせからなり、前記複数種類の变形要素には、画面に平行な軸回りの顔の回転による変形要素が含まれている顔認識方法。

【請求項 11】 複数種類の变形要素には、さらに、顔の位置ずれ、傾きの違い、及びカメラに映り込む大きさの違いによる変形要素が含まれている請求項 10 記載の顔認識方法。

【請求項 12】 前記複数の逆変換ステップは、同時並行的に行われる請求項 10 記載の顔認識方法。

20 【請求項 13】 それぞれ同じ顔画像を入力し、この顔画像に対しそれぞれ異なる変形を除去するための逆変換を施して正規化された顔パターンを出力する、互いに独立して行われる複数の逆変換ステップと、

前記複数の逆変換ステップの各々から出力された正規化された各顔パターンを入力し、各顔パターンを予め用意された複数の人物の参照パターンと比較して類似度を計算する識別ステップと、

前記複数の逆変換ステップからの顔パターンについての前記識別ステップによる識別結果を集め、それらの識別結果に基づいて前記顔画像に対応する人物を特定する結合ステップとを有し、

30 前記各逆変換ステップで除去しようとする変形は、複数種類の变形要素の組み合わせからなり、前記複数種類の变形要素には、画面に平行な軸回りの顔の回転による変形要素が含まれている顔認識方法を、コンピュータに実行させるためのプログラムを担持したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40 【発明の属する技術分野】 本発明は、顔画像を用いた個人認証などに利用される顔画像認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 カメラから人間の顔部分を撮影した画像データを入力し、コンピュータによって個人の認証を行う顔画像認識技術が知られている。この認識方法の一般的流れを図 1 に示す。すなわち、(1) 入力：カメラで顔を撮影し顔画像データを得る。(2) 前処理：入力画像から顔の正確な位置を決めて、顔パターンを抽出し(切り出し)、顔パターンの大きさを正規化する。

50 (3) 特徴抽出：見え方に基づく情報を利用して、それ

それぞれの顔パターンから特徴を抽出する。(4) 識別：入力された画像から得られた顔パターンとあらかじめ用意しておいた顔パターンを比較し、個人を特定する。

【0003】上述の前処理では、顔パターンをただ検出し切り出すだけでは不十分であり、顔パターンについては、正確な位置と大きさの正規化を行う必要がある。これは、撮影時に微小な顔の向きや顔の傾きの変化や表情の変化などが生じ、その結果として顔パターンが変化してしまうからである。従来の顔パターン認識技術としては、標準的な顔パターンを用意し、二乗誤差などの何らかの類似度で画像の部分領域と比較し、予め定められた閾値を超えた領域を顔と決定する方法、及びその改良手法が一般的に用いられてきた。本明細書ではこのような手法を「標準マッチング法」と呼ぶ。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来用いられている顔画像切り出し方法では、平均的な顔を用いて一般画像中の顔の位置や大きさの正規化を行うが、一般的には顔には個人差が存在するため、平均的な顔とは目鼻の位置がずれていることが多い。また、人間の顔は必ずしも一定の一定の方向を向いているわけではない。このため、従来の標準顔マッチング法では必ずしも正確な顔の位置や大きさの検出が可能ではないという問題がある。

【0005】また、標準顔マッチング法以外の顔検出方法としては、顔部品の位置を平均眼などのテンプレートで検出し、その相対位置関係から顔の大きさや位置などを検出する技術がある。しかし、眼、鼻などのテンプレートは小さな画像となるため背景の雑多な対象と混乱しやすいという問題がある。

【0006】したがって、本発明の目的は、コンピュータによる顔認識において従来よりも高精度な認識を可能とすることにある。

【0007】本発明の別の目的は、顔画像から変形を除去し標準的な顔パターンを精度良く抽出できるようにすることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、摂動法(Perturbation法)と呼ばれる技術を顔画像に応用した顔認識方法を提供する。そもそも摂動法は、文字認識に用いられる手法であり、予め想定された変形に対する逆変換を入力文字に施すことにより、種々の変形を吸収する技術である(例えば「Thien M. HA and Horst BUNKE, "Handwritten Numeral Recognition by Perturbation Method", Proc. Of the Fourth Int. Workshop on Frontiers of Handwriting Recognition, Taipei, Taiwan, Dec. 7-9, 1994, pp. 97-106」を参照されたい)。この摂動法は、従来あくまで文字認識のための技術としてのみ知られている。

【0009】文字と顔とでは、その変形の原因及び態様が大いに異なる。特に、文字は2次元物体であるが、顔

は3次元物体でありその姿勢は3次元空間内で複雑に変化する。また、顔の変形には表情という面倒な要素も含まれている。このような文字と顔では変形の態様が大いに相違するため、文字認識の分野の摂動法を顔認識に応用しようという発想は極めて斬新なものである。本発明は、この斬新な発想の下で、摂動法を顔画像に応用するための新規な手法を提供するものである。

【0010】本発明に従えば、摂動法を用いた顔画像の変形除去の過程で、画面に平行な軸回りの顔の回転による変形要素を含む逆変換を顔画像を適用する操作を行う。これにより、3次元的な顔の向きの違いによる変形要素を除去することができる。例えば、顔画像を上又は下側に偏って拡大又は縮小する変形要素(つまり、画面に平行な鉛直軸回りの回転による変形要素)と、右又は左側に偏って拡大又は縮小する変形要素(つまり、画面に平行な水平軸回りの回転による変形要素)とを含んだ逆変換操作を行うことにより、顔の上下向きの違いによる変形要素と、左右の向きの違いによる変形要素とを除去することができる。

【0011】顔画像の変形を原因別の要素に分類すると、(1) 顔の位置ずれによるもの、(2) 顔のカメラに映り込む大きさの違いによるもの、(3) 顔の向き(上下左右向き)の違いによるもの、(4) 顔の傾きの違いによるもの、(5) 表情の違いによるものに分類できる。そして、顔を例えば長方形の領域で切り出すものとすると、(5) 以外の顔画像の変形要素は、次のような逆変換操作で除去することができる。(1) の場合は、長方形領域の平行移動を考慮して、標準の位置から平行移動させた長方形領域を切り出す。(2) の場合は、長方形領域の拡大・縮小を考慮し、標準の大きさより拡大・縮小させた長方形領域を切り出し、この長方形領域を標準の大きさに変換する。(3) の場合は、長方形領域の画面に平行な軸回りの回転を考慮し、遠近法に基づき変形させた例えば台形の領域を切り出し、この台形領域を長方形に変換する。(4) の場合は、長方形領域の画面の垂直な軸回りの回転を考慮し、標準の方向から回転させた長方形領域を切り出し、これを回転してない長方形領域に変換する。実際の画像の変形は(1)～(4)の変形要素の合成と考えらることができる。そこで、好適な実施形態では、(1)～(4)の変形要素をそれぞれ除去する逆変換の組み合わせを顔画像に施す。

【0012】また、本発明に従えば、顔画像に対して異なる変形を施す複数の逆変換操作をそれぞれ独立して行ない、各逆変換によって得られたパターンを用いて識別を行い、それら複数の識別結果に基づいて、(例えば最も高い類似度を示した個人を選択するというようにして)最終的な識別結果を決める。この方法によると、表情の変化、特に撮影時に眼を閉じてしまうこと(これは、従来技術での誤認識の主原因である)に起因する誤認識率を低下させることができる。すなわち、予想される異な

る変形をそれぞれ除去して得た複数の顔パターンの中から、参照パターンと肌の濃淡パターンが最も合うパターンを選択するため、眼を閉じるという局所的なパターンの変化にあまり影響されずに認識できるからである。

【0013】好適な実施形態では、上記(1)～(4)の変形要素を定義するアフィン変換のパラメータの組み合わせを、想定し得る変形の全バリエーション分だけ予め用意しておき、それら多数のパラメータの組み合わせを用いた逆変換を同時並行的に実行する。

【0014】本発明の手法は典型的にはコンピュータにより実施することができるが、そのためのコンピュータプログラムは、ディスク型ストレージ、半導体メモリおよび通信ネットワークなどの各種の媒体を通じてコンピュータにインストールまたはロードすることができる。本発明の認識方法の一部又は全部は、コンピュータを用いずに専用ハードウェアによって実施することも可能である。

【0015】

【発明の実施の形態】図2は、本発明を一実施形態の全体的な構成を示す。

【0016】図1において、外部装置1は例えばCCDカメラであり、顔画像データを顔画像認識装置2に入力する。顔画像認識装置2は、外部装置1から入力された画像から顔パターンを切り出し、特徴を抽出し、個人の識別を行うものである。顔認識で使用する顔画像は、文字認識のような白黒2値画像ではなく、肌の濃淡を表現した例えば256階調のグレースケール画像である。出力装置3は、例えばCRT又はプリンタ等であり、識別結果を表示する。

【0017】顔画像認識装置2において、外部装置1からの画像データは画像読込部21に読み込まれ、前処理部22に送られる。前処理部22では、本発明の教示にしたがって顔パターンが切り出され、正規化される。正規化された顔パターンは特徴抽出部23に送られる。特徴抽出部23では、顔パターンが、異なる人物の顔の違いを十分表現するとともに見え方の変動の影響ができるだけ吸収されるような低次元の特徴ベクトルに次元圧縮される。この特徴抽出の方法としては、例えば「M. Turk and A. Pentland, "Eigenfaces for recognition", J. Cognitive Neurosci, vol. 3, no. 1, pp. 71-86, March 1991」に記載された技術を使うことができる。特徴抽出部23で得られた特徴ベクトルは識別部24へ送られる。識別部24では、特徴記憶部25に保存されている種々の人物の特徴ベクトルの各々と入力画像から得られた特徴ベクトルとが比較され、入力画像の個人が特定される。この識別の方法としては、例えば2つの特徴ベクトルのなす角度が最小であるものを選択する択する方法などが採用できる。

【0018】次に、顔画像認識装置2の具体的な処理の流れを図3に沿って説明する。

【0019】図3に示すように、最初に、顔を撮影したグレースケール顔画像を入力する(入力処理30)。次に、予想される全ての変形を考慮したアフィン変換に基づく多数の変形パラメータを予め用意しておき、それらの変形パラメータをそれぞれ用いて入力画像から顔パターンを切り出し、切り出した顔パターンを逆変換し、正方形の正規化パターンにする(逆変換31)。次に、各逆変換31で得た正規化された顔パターンから特徴ベクトルを抽出し、予め用意した種々の個人の参照特徴ベクトルと比較して類似度を計算し、識別結果(例えば、最も類似度の高かった個人のIDとその類似度)を出力する(識別器33)。次に、各識別器33から出力される類似度に、対応する各逆変換31で除去した変形の発生頻度に基づく重み係数を乗算する(乗算35)。

【0020】乗算35の意義は次の通りである。すなわち、予想される全ての変形が同じ頻度で実際に発生するわけではなく、一般に、変形度合いの小さいもの(例えば、僅かに上向き、僅かに右に傾くなど)は発生頻度が高いが、変形度合いの大きいもの(例えば、大きく上向き、大きく右に傾くなど)の発生頻度は低い。よって、変形度合いの大きい逆変換を顔画像に施すことによって、かえって別人に近い顔に変形してしまい別人と誤識別してしまう可能性は、変形度合いの小さい逆変換を行う場合よりも高い。そこで、予想される全ての変形について、それぞれの変形パラメータと共にそれぞれの発生頻度に基づいた重み係数(発生頻度が低いほど係数値が小さい)を予め用意しておき、各識別器33から出力された最も類似した個人の類似度に、その前段の逆変換31で除去した変形の発生頻度に基づく重み係数を乗算することにより、別人に誤識別している識別結果の影響を減らして、最終的な認識精度を高めることができる。

【0021】上記の各変形毎の逆変換31と識別33と乗算35は、図示のように同時並行的に実行する。なお、図中の中央部に示すように、変形が無い場合を想定して逆変換を行わないルーチンも同時に行う。

【0022】最後に、これらの識別結果を集めて、総合的な結果として特定の個人か、そうでないかを決定する(結合37)。ここでの決定方法には様々なバリエーションが考えられる。例えば、上述した複数の乗算器35から集めた識別結果の中から最も高い類似度を示した個人を選ぶ方法、或いは、複数の乗算器35から集めた識別結果の多数決により、最も多数の識別結果に現われた個人を選ぶ方法、或いは、これも多数決の一種であろうが、複数の乗算器35から集めた識別結果に含まれる類似度を各個人別に集計し、集計した類似度が最も高かった個人を選び、一方、所定値以上の類似度を得た個人が一人もいなければ該当者無しとする方法などが考えられる。尚、乗算35を省略して、乗算35で用いた重み係数を結合37で考慮に入れるようにしてもよい。

【0023】なお、図3の処理ステップを図2の構成と

対応させると、入力処理30は図2の画像読込部21に、逆変換31は図2の前処理部22に、識別33と乗算35と結合37は図2の特徴抽出部23と識別部24に対応する。

【0024】次に、前処理部22が行う逆変換31について具体的に説明する。

【0025】顔画像の変形を原因別に要素に分解すると、(1)顔の位置ずれによるもの、(2)顔のカメラに映り込む大きさの違いによるもの、(3)顔の向き(上下左右向き)の違いによるもの、(4)顔の傾きの違いによるもの、(5)表情の違いによるものに分解できる。いま、入力画像から顔を長方形の領域で切り出した場合、(5)以外の顔画像の変形要素は以下の方法によって取り除くことができる。すなわち、(1)の場合は、長方形領域の平行移動を考慮して、標準位置から平行移動させた長方形領域を切り出す。(2)の場合は、長方形領域の拡大・縮小を考慮し、標準の大きさより拡大・縮小させた長方形領域を切り出し、この長方形領域を標準の大きさに変換する。(3)の場合は、長方形領域の画面に平行な軸回りの回転を考量して、遠近法に基づき変形させた例えば台形領域を切り出し、この台形領域を長方形に変換する。(4)の場合は、長方形領域の画面に垂直な軸回りの回転を考慮し、標準の方向から回転させた長方形領域を切り出し、これを回転してない長方形領域に変換する。

【0026】図4は、この原理をより具体的に示している。図4左側に示すパターン41は、変形の無い正方形領域として切り出せる標準の顔パターンである。図4右側の(a)に示す変形パターン51A、51Bは、顔の左右への傾きを考慮したものであり、標準パターン41に対して画面に垂直な軸(z軸)周りに所定角度だけ回転している。(b)の変形パターン53A、53Bは、顔の映り込みの大きさを考慮したもので、標準パターンに対して横方向又は縦方向に拡大又は縮小されている。(c)の変形パターン55A、55Bは顔の左右への回転(右向き、左向き)を考慮したもので、標準パターン41に対して、これを画面に平行な鉛直軸(y軸)回りに回転させたときの変形、つまり、右側又は左側へ偏った縮小又は拡大を施したものである。(d)の変形パターン57A、57Bは顔の上下方向の回転(上向き、下向き)を考慮したもので、標準パターン41に対して、これを画面に平行な水平軸(x軸)回りに回転させたときの変形、つまり、上側又は下側へ偏った縮小又は拡大を施したものである。また、図4には示していないが、顔の位置ずれを考慮した変形パターンは、標準パターン41を上下左右(y、x方向)に平行移動させたものである。

【0027】このような変形要素別の変形パターンは、アフィン変換のパラメータを用いて定義することができる。実際の画像の変形は上述した(1)～(4)の変形要素の

合成である。そこで、図4に示した(a)～(d)(及び図示省略した位置ずれ)の変形要素のパターンを合成したアフィン変換のパラメータのセットを、想定される変形の全てバリエーション分だけ用意する。例えば、x、y、z軸回りの回転角度を α 、 β 、 γ とし、x、y、z軸方向の平行移動量をx、y、zとし、縦横の比率をrとするならば、 α 、 β 、 γ 、x、y、z、rの各パラメータについて変動範囲を設定し、その変動範囲内で各パラメータを少しずつ変化させることによって、予想される全ての変形バリエーションにそれぞれ対応した多数のパラメータセット{ α 、 β 、 γ 、x、y、z、r}を用意する。そして、図3に示したように、それら多数のパラメータセットの各々を用いた多数の逆変換31を同時並行的に実施することで、予想される全ての変形の各々を除去した多数の正規化された顔パターンを求める。そして、それらの正規化パターンの各々を、各識別器33にて、種々の人物のパターンと比較して類似度を計算する。最後に、それら多数の識別結果を集め、その中で例えば最大の類似度を得た人物を最終的な識別結果として選択する。

【0028】以上の方法により、顔の向き傾き、及び表情(特に眼の開閉)による微妙なパターンの変化に左右されることなく一定の顔パターンを切り出せるため、認識精度を向上させることができる。

【0029】以上、本発明の一実施形態を説明したが、この実施形態はあくまで本発明の説明のための例示であり、本発明をこれら実施形態にのみ限定する趣旨ではない。従って、本発明は、上記実施形態以外の様々な形態でも実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】顔認識の一般的流れを示すフローチャート。

【図2】本発明の一実施形態の構成を示すブロック図。

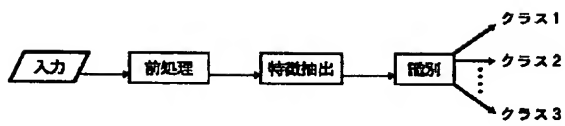
【図3】顔画像認識装置の処理流れを示したフローチャート。

【図4】顔パターンの変形を除去する原理を説明するための説明図。

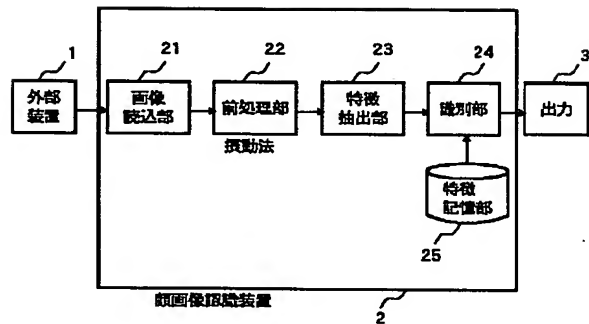
【符号の説明】

- 1 外部装置
- 2 顔画像認識装置
- 3 出力装置
- 21 画像読込部
- 22 前処理部
- 23 特徴抽出部
- 24 識別部
- 25 特徴記憶部
- 30 入力
- 31 逆変換
- 33 識別器

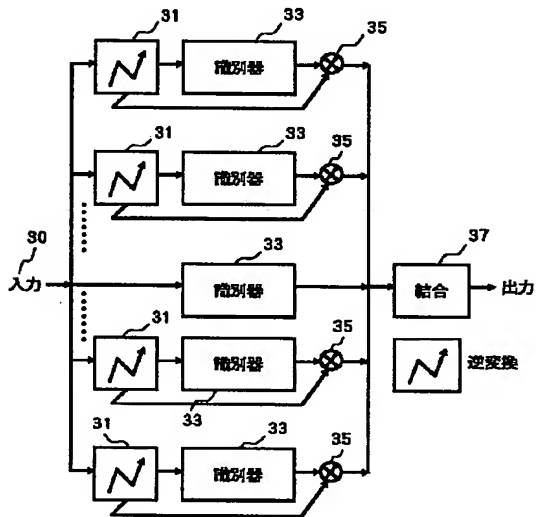
【図1】



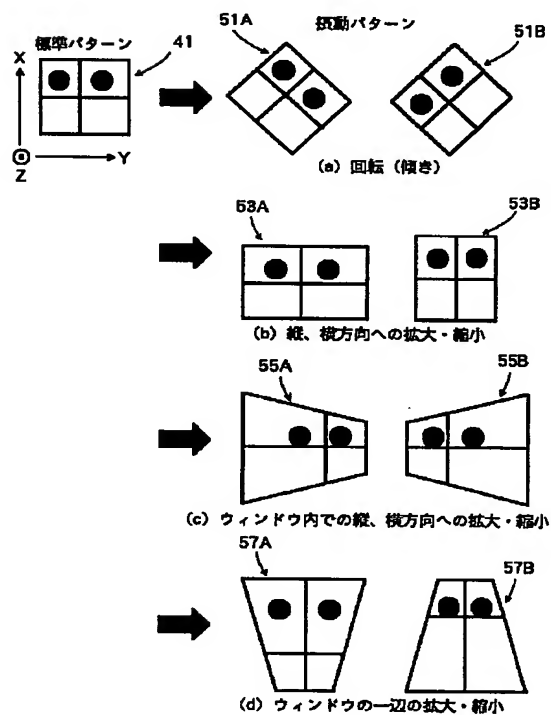
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 坂野 鋭
東京都江東区豊洲三丁目3番3号 株式会社
社エヌ・ティ・ティ・データ内

Fターム(参考) 5B043 AA09 BA04 CA01 EA05 EA12
EA13 EA15 GA02
5B064 AA10 CA05 CA07 CA11 DA10
EA30